

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT TRAINER  
OTOMASI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN OTOMASI  
INDUSTRI DENGAN PLC DAN *HYDRAULIC SYSTEM*  
(Studi Kasus: *Laboratorium Industrial Automation System UMS*)**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1  
pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**MUKLISINA HUDA**

**D 600 140 058**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT TRAINER  
OTOMASI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN OTOMASI  
INDUSTRI DENGAN PLC DAN *HYDRAULIC SYSTEM*  
(Studi Kasus: *Laboratorium Industrial Automation System UMS*)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

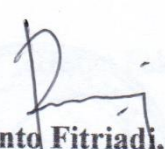
Oleh:

**MUKLISINA HUDA**

**D 600 140 058**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

  
**Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T**

**NIK. 889**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT TRAINER OTOMASI SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN OTOMASI INDUSTRI DENGAN PLC DAN  
HYDRAULIC SYSTEM  
(Studi Kasus: Laboratorium Industrial Automation System UMS)**

**OLEH**

**MUKLISINA HUDA**

**D600140058**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari *Rabu*, 31 Juli 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan penguji,**

**1. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T**

**(Ketua Dewan Penguji)**

*Ri*  
(.....)

**2. Hafidh Munawir, S.T., M.Eng**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

*Hf*  
(.....)

**3. Ahmad Kholid Alghofari, S.T., M.T**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

*AK*  
(.....)

**Dekan Fakultas Teknik**

  
*[Signature]*  
**Ir. Sri Sunarjono, M.T., P.hD**  
**NIK.682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah publikasi ini tidak ada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak ada karya yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dijadikan referensi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila nantinya terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya, maka saya akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Juli 2019

Penulis

  
**MUKHLISINA HUDA**  
D 600 140 058

# **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT TRAINER OTOMASI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN OTOMASI INDUSTRI DENGAN PLC DAN *HYDRAULIC SYSTEM***

**(Studi Kasus: *Laboratorium Industrial Automation System UMS*)**

## **Abstrak**

Otomasi Industri UMS sampai saat ini telah memiliki banyak perubahan dan pengembangan, baik dalam sistem pembelajaran dan pengajarannya juga alat – alat yang dikembangkan secara mandiri. Otomasi Industri yang telah mengedepankan ilmu PLC, dalam pengembangan pembelajarannya saat ini telah memiliki beberapa alat yang telah digunakan, yaitu ada *traffic light*, *mini traner pneumatic* serta yang terakhir telah dikembangkan secara mandiri yaitu alat *trainer kit mini konveyor* dengan lengan robot *mikrocontroller* dan motor listrik juga *pneumatic*. Yang mana semua alat tersebut telah dikendalikan oleh *Programable Logic Controller* (PLC). Alat tranner otomasi yang ada saat ini masih dalam tahap pengembangan, yang intinya semua sistem alat yang dapat terhubung dengan plc belum semuanya dimiliki oleh otomasi industri, untuk itu akan ditambahkan sebuah alat kit tranner yang mana merupakan pengembangan dari alat sebelumnya dengan penggabungan anantara sistem PLC dengan system *pneumatic* dan ditambahkan dengan *hydraulic* sistem hingga menjadi sebuah alat yaitu tranner otomasi yang daiharapkan dapat memberikan pemahaman lebih terhadap mahasiswa mengenai sistem PLC pada otomasi industri yang tentunya sebagai bekal dalam dunia kerja.

**Kata Kunci :** Otomasi, PLC, Hydraulic System.

## **Abstract**

Industrial Automation UMS up to now has had many changes and developments, both in its learning and teaching systems as well as tools developed independently. Industrial Automation that has prioritized PLC science, in the development of learning currently has several tools that have been used, namely there are traffic lights, pneumatic mini traners and the latter has been independently developed, namely mini conveyor kit trainer with microcontroller robot arms and electric motors as well pneumatic. Which all these devices have been controlled by Programable Logic Controller (PLC). The automation tool currently in development is still in its entirety, essentially all system tools that can be connected to PLC are not all owned by industrial automation, for which a kit tranner tool will be added which is the development of the previous tool by combining the PLC system with pneumatic system and added with hydraulic systems to become a tool that is an automation scanner that is expected to provide more understanding to students regarding the PLC system in industrial automation which is certainly a provision in the world of work.

**Keywords :** Automation, PLC, Hydraulic System.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan Dunia Industri saat ini sudah semakin pesat, beragam perkembangan teknologi industri selalu muncul, baik dalam perkembangan sistem maupun alat, Seperti halnya perkembangan *system control* dalam bidang industri. Saat ini penggunaan *system control* dalam dunia industri tidak bisa dihindarkan, hampir semua proses operasi industri menggunakan *system control*. Sebagai contoh pengaturan pergerakan, kecepatan dan tekanan. Pada tahun 1960-an perkembangan *system control* terlihat sangat menonjol. *System control Mikro Elektronik* atau mikrokontroler dengan berbentuk IC (*Intergrated Circuit*) adalah yang digunakan pada saat itu, kemudian pada tahun 1973 ditemukan *mikroprosesor* yang menjadikan perkembangan teknologi di bidang itu sangat pesat, dengan penemuan – penemuan tersebut perkembangan teknologi dalam bidang industri ataupun kehidupan sehari – hari telah menggunakan teknologi otomasi.

*Automatic* atau otomatis berasal dari bahasa Yunani yang berarti bergerak sendiri atau berfikir sendiri. Sedangkan *Automation* atau otomasi dibuat untuk menunjukkan aspek – aspek manufaktur dimana proses produksi, berpindah barang dan pemeriksaan dikendalikan oleh mesin yang dapat beroperasi sendiri tanpa dioperatori oleh manusia (john, 2000). Perkembangan otomasi dalam dunia industri dimulai pada revolusi industri tepatnya pada paruh abad ke-20, dimana pekerjaan yang dilakukan sebagian besar bersifat fisik yang bersifat kerja berat atau kerja dengan resiko tinggi dan pekerjaan yang sifatnya cukup membosankan digantikan oleh robot atau mesin. Tentunya hal tersebut akan mengurangi jumlah tenaga kerja.

## 2. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat *trainer hydraulic system* untuk pengembangan pembelajaran Otomasi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta. Perancangan alat *trainer kit hydraulic system* ini dilakukan dengan pendekatan *benchmarking*. Pendekatan *benchmarking* dilakukan dengan memilih alat *trainer hydraulic system* sejenis yang dianggap baik untuk dilakukan *benchmarking*, menganalisis fungsi dan material komponen, dan mendata keunggulan dan kelemahan dari alat yang di *benchmarking*.



Selanjutnya, melakukan perancangan desain. Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian proses pembuatan produk. Tahap perancangan desain dilakukan untuk menuangkan ide atau gagasan melalui gambar *3D* dengan menggunakan software *solidwork*. Penelitian ini dirancang dengan merumuskan yang bertujuan berdasarkan arah yang jelas dan target yang hendak dicapai oleh peneliti, jika penelitian ini lebih jelas dan dirumuskan dengan baik, maka penelitian dalam pemecahan masalah akan berjalan dengan baik.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

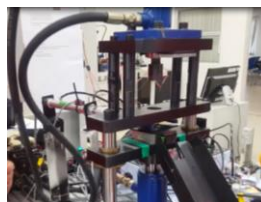
#### **3.1 Hasil *Benchmarking***

Setelah menentukan alat seperti apa yang akan di *benchmarking*, kemudian telah di dapatkan hasil dari *benchmarking* yaitu dengan mengambil dua alat dari skala yang berbeda, yang pertama pada skala produksi industry dan yang kedua pada skala laboratorium di salah satu perguruan tinggi. Sebagai berikut:



Gambar 1. Alat *Hydraulic Stampping* Koin Logam

Alat ini merupakan alat kedua untuk dilakukan *benchmarking* karena memang dari ide yang di terapkan pada alat ini hingga cara kerja pada alat ini cukup baik untuk sebagai tolak untuk dilakukan *benchmarking*. *Hydraulic Press Mold and Shorting Machine* itulah nama alat ini, dimana alat ini adalah *trainer* skala Laboratorium yang dimiliki oleh Universiti Malaysia Pahang sebagai media pembelajaran pada laboratorium.



Gambar 2. Alat *Hydraulic Press Mold and Shorting Machine* PLC

### 3.2 Pengumpulan Data

Berdasarkan penelitian dan pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan kelebihan dan kekurangan dari alat yang di *benchmark* diantaranya adalah:

Tabel 1. Mesin – Mesin Yang di *Benchmark*

No	Mesin Yang di Benchmarking	Kelebihan Alat	Kekurangan Alat
1.	Hydraulic Stamping Koin Logam	1. Instalasi ringkas 2. Cara kerja pressing baik dan rapi	1. Peletakan koin masih manual dengan tangan 2. Skala masih kecil sehingga lebih lama dalam penyelesaian satu koin
2.	Hydraulic Press Mold and Sorting	1. Materi yang tersampaikan lebih lengkap karena menggambarkan aliran produksi	1. Instalasi alat terlalu rumit 2. Part yang di press hanyalah plastik biasa yang terlihat kurang menarik. 3. Peralatan yang digunakan terlalu besar untuk ukuran proses kerja tersebut. 4. Biaya yang di perlukan lebih banyak.

Perancangan alat *trainet hydraulic* kit ini dilakukan dengan cara *benchmarking* dari dua alat yang ada pada perusahaan dan juga perguruan tinggi. Yang mana pada perusahaan hidrolik berperan sebagai pressing koin logam, dari alat tersebut dapat diambil keringkasannya dalam instalasi dan juga rapinya cara kerja hidrolik sampai membentuk cetakan koin logam.

### 3.3 Desain Alat

Tahap perancangan desain mengacu pada hasil *benchmarking* dengan alat – alat sejenis yang telah di jelaskan pada poin 4.3 untuk menghasilkan rancangan alat *trainer hydraulic system* ini.

#### a. Komponen Pokok

Tabel 2. Komponen Pokok

1	Hydraulic Cylinder 40 x 150	5	Motor Listrik 1 Phase 0,75kw
2	Gear Pump 1,5 cc	6	Tanki Oil 24 Liter
3	Solenoid Valve 110v	7	Hydraulic Oil
4	Relief valve mbp-01	8	Fabrikasi Kerangka Alat

#### b. Komponen Penunjang

- 1) *Pneumatic Cylinder* 20 x 150
- 2) *Solenoid valve single* 08 – 220v
- 3) Filler brother



- 4) Filter Oil
  - 5) Manifold blok
  - 6) Aksesoris tambahan (selang + nepel hidrolik dan pneumatik)
- c. Kontruksi Alat
- Kontruksi alat berbentuk persegi empat yang ditambah dengan kayu agar komponen alat dapat tertata dengan baik dengan menggunakan besi pipa seperti kerangka sepeda motor dan diberikan 4 roda agar dapat menumpang kuat komponen penting pada alat khususnya tanki.
- d. Sistem Transmisi Alat
- Sistem transmisi alat trainer hidrolik sistem ini menggunakan motor induksi 1/4pk sebagai tenaga penggerak *gear pump* dengan berukuran 1,5cc kemudian *gear pump* bekerja mengambil oil dari tanki yang sudah di control menggunakan *solenoid valve* sehingga dapat ter ukur kerja *gear pump* men transfer oil untuk menggerakkan torak pada sillinder hidrolik.
- e. Sistem Kerja Alat
- Sistem kerja alat *trainer* ini awal mulanya motor bekerja menggerakkan gear pump, kemudian gear pump bergerak mengambil oil/fluida dari tanki, oil yang terangkat oleh *gear pump* di *control* oleh *solenoid valve* yang nantinya dikirim ke tempat yang di inginkan yaitu sillinder hidrolik.
- f. Pengujian Desain
- Sebelum masuk pada tahap pembuatan alat maka dilakukan uji desain untuk diketahui apakah desain sudah sesuai dengan material atau komponen yang dibutuhkan sehingga dapat dibuatnya alat tersebut.
- 1) Ketersediaan Material
- Ketersediaan material yaitu apakah desain ini sesuai dengan ketersediaan material yang akan di beli maupun dibaut nantinya.
- 2) Material Yang Harus di Buat

No	Material	Keterangan
1	Cylinder Hydraulic 40 x 150	Tersedia
2	Motor Listrik 1ph / 0,75kw	Tersedia
3	Gear Pump 1,5cc	Tersedia
4	Solenoid Valve Hydraulic 110volt	Tersedia
5	Relief valve	Tersedia
6	Level Oil	Tersedia
7	Filter Oil	Tersedia
8	Filler Brother	Tersedia
9	Solenoid valve Single 220volt	Tersedia
10	Cylinder Pneumatik 20 x 150	Tersedia
11	Aksesoris (Selang dan Neple)	Tersedia

Gambar 3. Material yang Harus di Buat

Material ini tidak tersedia untuk dibeli, oleh karena itu material ini harus dibuat sesuai dengan kebutuhan alat.

Tabel 3. *Trainer Hydraulic System* Material yang Dibuat

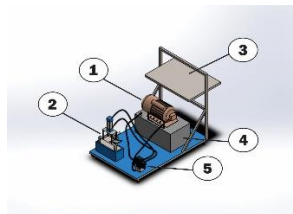
No	Material	Keterangan
1	Kerangka Fabrikasi Alat	Dibuat
2	Manifold Blok	Dibuat

#### g. Pembuatan Alat

Berdasarkan perancangan desain yang telah ditentukan tersebut maka selanjutnya didapatkan hasil desain akhir kemudian dapat dibuat alat *Trainer Hydraulic System*.

##### 1) Desain Akhir

Berikut adalah hasil akhir desain alat *Trainer Hydraulic System* setelah dilakukan pengujian desain dengan mempertimbangkan ketersediaan material dan kemampuan pembuatan alat.



Gambar 4. Desain Akhir Alat *Trainer Hydraulic System*

- 2) Mesin Penggerak Utama
  - a) *Motor listrik 1 ph/ 0,75 kw*
  - b) *Gear pump 1,5cc*
- 3) Kerangka Fabrikasi
  - a) *Cylinder hydraulic 40 x 150 doble acting*
  - b) *Cylinder pneumatic 20 x 150 single acting*
  - c) *Solenoid valve single 220 volt*
- 4) Kerangka Penumpang Alat
  - a) Kerangka besi
  - b) Papan penumpang mesin plc dan laptop
- 5) Tangki Oil
  - a) *Level oil*
  - b) *Filter oil*
  - c) *Filler brother*
  - d) *Hydraulic oil*
- 6) Pengendali Alat
  - a) *Solenoid valve*
  - b) *Relief valve*
  - c) *Manifold blok*

#### h. Pembuatan Alat *Trainer Hydraulic System*

Pembuatan alat trainer ini melalui proses persiapan komponen dan bahan, pembuatan alat berdasarkan desain yang telah dibuat dengan *software solidwork* dengan porses awal yaitu pembuatan pola, pemotongan bahan (besi), pengelasan dan penggabungan. Berikut adalah tahapan pembuatan alat trainer hidrolik:

- 1) menyiapkan alat dan bahan sesuai dengan spesifikasi alat trainer hidrolik yang sudah dirancang.
- 2) Pembuatan kerangka fabrikasi dengan dua jenis model besi, besi lembaran dengan tebal 3mm dan besi utuh dengan diameter 1,1cm. bahan yang

dipilih dinilai cukup kuat untuk menumpang beban silinder hidrolik berukuran 40x150.

- 3) Pembuatan tanki oil berkapasitas 24 liter oil ini menggunakan besi lembaran dengan tebal 2mm agar lebih kuat dan tidak mudah bocor karena yang terisi adalah hidrolik oil, tanki ini berukuran panjang 40 cm, lebar 25 dan tinggi 25.
- 4) Pembuatan manifold blok dengan menggunakan besi balok utuh, melobangi menggunakan mesin bubut. *Manifold* blok di pilih karean lebih kuat untuk menumpang solenoid hidrolik dan selang oil hidrolik yang berukuran cukup besar dan keras.
- 5) Pengecatan tanki, *manifold* blok dan fabrikasi alat dengan warna abu-abu, tanki di cat bertujuan agar tanki yang berbahan dasar dari besi ini tidak berkarat ataupun krops saat digunakan dalam jangka panjang.
- 6) Perakitan powerpack alat, yaitu motor listrik yang digabung dengan gear pump kemudian agar terlihat lebih rapi dan tidak memakan tempat ditumpangkan diatas tanki yang dibuat besar dengan tujuan lain adalah sebagai penumpang motor dan *gear pump*.
- 7) Perakitan *solenoid valve* dan *relief valve* dengan *manifold* blok
- 8) Perakitan fabrikasi alat dengan silinder hidrolik dan silinder pneumatik.
- 9) Perakitan aksesoris penunjang alat seperti *solenoid valve single* sebagai pengontrol pneumatik, selang untuk hidrolik ataupun pneumatik dengan neple.



Gambar 5. Hasil Pembuatan Alat *Trainer Hydraulic System*

#### i. Pengujian Alat

Setelah alat sudah dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian kinerja alat berdasarkan kebutuhan yang diinginkan untuk melakukan pressing

terhadap sebuah benda hingga timbul gambar atau tulisan. Langkah yang pertama sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat dan program untuk memulai menjalankan alat



Gambar 6. Menyiapkan Alat dan Program

- 2) Melakukan instalasi *PLC LG Glofa* dengan pc yang sudah disiapkan program *GmWin* untuk di koneksikan.



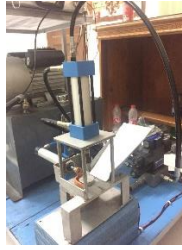
Gambar 7. Instalasi Program dan Alat

- 3) Melakukan cekng terhadap keseluruhan alat untuk memasikan instalasi sudah benar agar langsung dapat di operasikan dan tidak terjadi konseleting listrik.



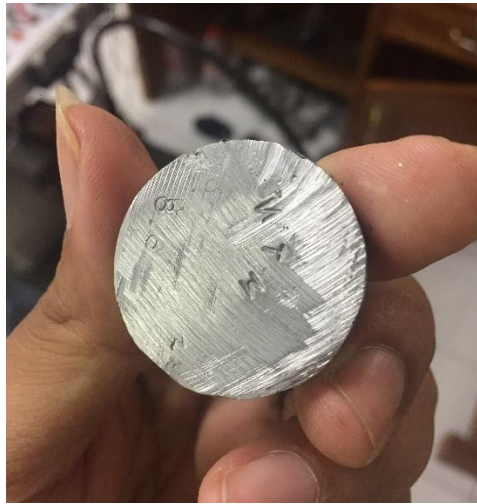
Gambar 8. Ceking Alat Sebelum di Operasikan

- 4) Menjalankan alat *Trainer Hydraulic System* setelah semuanya sudah siap untuk di jalankan



Gambar 9. Proses Kerja *Trainer Hydraulic System*

- 5) Hasil yang di dapatkan setelah alat *Trainer Hydraulic System* berhasil dijalankan dengan baik.



Gambar 10. Benda Kerja Yang Telah Dilakukan *Pressing*

j. Analisa Hasil Pengujian

Perancangan alat yang telah direalisasikan sehingga menciptakan alat berupa *Trainer Hydraulic Pressing*.

1) Pengukuran volume tanki *hydraulic oil*

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui besar volume atau daya tampung sebuah tangki yang digunakan. Dalam tahap ini dapat diketahui bahwa terdapat dua tanki yang terdiri dari tanki atas dan tanki bawah. Ukuran pada setiap tanki diketahui untuk P (panjang), L (lebar), dan T (tinggi) secara urut adalah 0,4 m, 0,24 m, dan 0,25 m. Volume tanki dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$V = (P_1 \times L_1 \times T)$$

$$V = (0,4 \times 0,24 \times 0,25)$$

$$V = 0,024 \text{ m}^3$$

## 2) Perhitungan daya pompa hidrolik

Pengukuran besaran daya yang dihasilkan oleh pompa hidrolik membutuhkan beberapa komponen perhitungan sebagai berikut.

### a) Mencari nilai putaran motor ( $n_1$ )

$$n_1 = \frac{120 \times f}{p}$$

$$n_1 = \frac{120 \times 50}{4}$$

$$n_1 = 1400 \text{ Rpm}$$

### b) Menghitung putaran pompa

Mekanisme kerja pompa hanya menggunakan satu *pulley* dan tanpa menggunakan *gearbox*, jadi kerja *pulley* pompa langsung terhubung dengan motor tanpa *gearbox*. Oleh karena itu putaran pompa sama dengan putaran motor yaitu 1400 rpm

$$n_1 = n_2$$

$$n_2 = 1400 \text{ Rpm}$$

### c) Menghitung aliran rata-rata/debit pompa

$$Q = V.A$$

$$Q = 1400 \text{ rpm} \times 1,5 \text{ ml}$$

$$Q = 2100 \text{ ml /min}$$

### d) Menghitung silinder hidrolik

Perhitungan diketahui beberapa elemen yang dapat dilihat pada dibawah ini.

Diketahui:

$$\text{Diameter torak (d}_1\text{)} = 2,1 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter batang torak (d}_2\text{)} = 1,1 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang langkah} = \text{ cm}$$

- Luas penampang torak (A)

$$A = \frac{d_1^2 \pi}{4}$$



$$A = \frac{2,1^2 \times 3,14}{4}$$

$$A = 3,46 \text{ cm}^2$$

- Luas penampang batang torak ( $A_r$ )

$$A_r = \frac{d_2^2 \pi}{4}$$

$$A_r = \frac{1,1^2 \times 3,14}{4}$$

$$A_r = 0,95 \text{ cm}^2$$

Luas penampang kerja ( $A_R$ )

$$A_R = A - A_r$$

$$A_R = 3,46 - 0,95$$

$$A_R = 2,51 \text{ cm}^2$$

- Langkah maju (teoritis)

$$t = \frac{A h}{Q}$$

$$t = \frac{3,46 \times 5}{3,5}$$

$$t = 4,9 \text{ detik}$$

- Langkah maju (aktual)

Diketahui bahwa:

$Q$  = debit pompa (ml/min)

$h$  = Ketinggian torak dengan papan kerja (cm)

$t$  = Waktu Kerja (detik)

#### e) Perhitungan gaya silinder

Perhitungan berdasarkan nilai yang didapatkan maka diketahui nilai gaya tekan pada sebuah mesin sebagai berikut.

Diketahui:

$$P = 50 \text{ kg/cm}^2 = 5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$A = 2,51 \text{ cm}^2 = 0,0251 \text{ m}^2$$

$$F = P \times A$$

$$F = 5 \cdot 10^4 \times 0,0251$$

$$F = 1255 \text{ N}$$

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian perancangan alat *Trainer Hydraulic System* pada Laboratorium Otomasi Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah dilakukan penulis sehingga penulis dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Perancangan alat *Trainer Hydraulic System* berdasarkan benchmarking dengan alat *Trainer Hydraulic Press Mold and Shorting Machine*, alat ini baik dari segi ide yang dimiliki untuk membuat alat ini karena memiliki dua cara kerja yaitu *pressing hydraulic* dan proses *shortir* dengan penambahan mini *konveyor*. Namun dari ide yang cukup baik itu alat ini memiliki kelemahan untuk dijadikan *benchmarking* yaitu untuk skala trainer laboratorium alat ini terbilang cukup besar dengan benda kerja yang ringan atau sederhana dari komponen yang digunakan, hal itu tentunya mempengaruhi biaya yang tinggi dalam pembuatan alat ini.
- b. Benchmarking yang kedua adalah dari sebuah Mesin *Stamping Pressing Hydraulic* ini adalah mesin *stamping pressing hydraulic* dengan kendali plc, yang mana mesin atau alat ini adalah mesin skala kecil namun sudah digunakan dalam dunia industri di luar Negeri. Untuk dijadikan *benchmarking* mesin ini cukup baik karena memiliki cara kerja yang rapi, hanya saja kelemahan dalam pengoperasiannya masih ada semi manual dalam peletakan part yang masuk dalam *proses stamping*
- c. Alat *Trainer Hydraulic System* ini memiliki komponen utama diantaranya motor listrik 1ph 0,75kw, gear pump 1,5cc, *solenoid valve*, *relief valve* dan *cylinder hydraulic* 40 x 150.
- d. Berdasarkan komponen utama yang dipakai pada point 3, alat *Trainer Hydraulic System* ini memiliki kekuatan maksimum sampai 150 kg/cm<sup>2</sup>, namun untuk pressing benda kerja yang di tentukan, untuk bisa *press* benda kerja sampai terlihat gambarnya cukup di butuhkan kekuatan 50kg/cm<sup>2</sup> atau dalam skala angin kompresor sama dengan 48bar.
- e. Kondisi fisik alat ini cukup ringkas, karena fabrikasi alat dapat dijadikan satu pada sebuah kerangka papan penumpang yang berbentuk semacam troli, bahkan

dari mesin *PLC LG Glofa* dan Laptop yang digunakan untuk pengoperasian program juga dapat di letakkan menjadi satu bagian, dan juga alat ini lebih fleksibel karena mudah di pindahkan kemana saja.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Asnawi, 2008, “Penerapan *Sistem Otomasi di Era Industri Modern*”, Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri, Jurusan Teknik Industri Binus. Jakarta.
- Bolton, W. 2004, “ *Programmable Logic Controller (PLC)*, alih bahasa oleh: Irzam Harmeni, edisi ketiga, Penerbit Erlangga.
- Bernando, Chandra, 2007, “Perancangan Alat Hydraulic dan Pneumatik dengan Pengontrol PLC” (Studi kasus: PT. XYZ)”, TA Sarjana, Jurusan Teknik ITB Bandung.
- Bani, Firman. 2015 “Desain Strategi Pengembangan UKM dengan Kombinasi Metode *Benchmarking* dan *Blue Ocean Strategy*”. Seminar IENACO ISSN:2337-4349. Surakarta
- Bogetoft, Springer Link. 2011, *Benchmarking with DEA, SFA and R*. New York: Springer
- Capiel, 1982, “*Programmable Logic Controller*” . Artikel Ilmiah. Website: [www.academia.edu](http://www.academia.edu)
- Dewanto, Adi. 2013. “Pembelajaran Sistem Hidrolik dan Pneumatik dengan Menggunakan *Automation Studio*”. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. Jakarta.
- Dainil, 2012. “Penerapan *Benchmarking* dalam Penelitian Penerapan Sistem pada PT.XYZ ”. Tesis. Program Studi Teknik Industri. Pasca Sarjana Universitas Indonesia. Depok.
- Fanani, Zaenal, 2011, “Penerapan *Benchmarking* dalam Perancangan Alat Bantu Jik pada Proses *Painting Mobil*”, Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi, Jurusan Magister Manajemen Teknologi ITS.